|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **16. Стадии развития радиационного поражения**  Существует три последовательных стадии развития радиобиологических эффектов:  1. *Физическая стадия* - первичные процессы поглощения энергии излучения. Является самой быстропроходящей. Время существования первичных продуктов ионизации 10-2-10-6сек. В пределах времени 10-5 сек большая часть активных ионов и радикалов рекомбинируют (воссоединяются в нейтральные молекулы). Возбужденные атомы и молекулы тоже быстро теряют избыточную энергию посредством «высвечивания» (в результате флуоресценции или люминесценции). Т.о. большое количество поглощенной энергии излучения бесследно рассеивается (диссипирует), т.е. переходит в тепловую энергию хаотического движения молекул.  2. *Химическая* - значительное количество свободных радикалов и др.продуктов радиолиза успевает вступить в химич.взаимодействия с неактивными молекулами живой материи. Наиб.типичные реакции: *окисления, восстановления, деструкции* (расщепление круп.молекул, отщепление активных групп ОН, NO2, NO3, разрывы цепей), *р-и димеризации, полимеризации, внутримолекулярные изменения* (раскрытие колец, образование поперечных связей и мостиков).  **Радиотоксины** - продукты, образовавшиеся в результате химических превращений, проявляющие цитотоксическое действие (хиноны, фенолы).  3. *Биологическая* - сами биологические эффекты проявляются не сразу, а спустя некоторое время после облучения, что свидетельствует о вторичности этих явлений.  Действие ионизирующей радиации на биоорганизмы является следствием поглощения физической энергии излучения и последующего индуцирования изменений на молекулярном уровне. Дальнейшие изменения могут проявиться на всех уровнях структурной организации живой материи: от молекулярного и клеточного до организменного и популяционного. Эффекты на более высоком уровне неозможны без соответствующих изменений на предыдущих, более низких уровнях.  **17. Пороговая и беспороговая модели зависимости поражающего эффекта облучения от дозы**  Минимальное количество вредного воздействия, кото­рое может вызвать негативные реакции в организме, назы­вается *порогом действия.* До сих пор остается дискуссион­ным вопрос о существовании такого порога для поражаю­щего действия радиации.  Гипотезу о беспороговом действии радиации на живые организмы (т. е. предположение о том, что любая доза ра­диации может вызвать какой-либо радиационный эффект) выдвинул шведский ученый Р. Зиверт в 1950 г. В последующем стало накапливаться все больше данных о том, что ряд радиационных эффектов все же имеет порог действия, как имеют его многие химические токсичные вещества и ксе­нобиотики, а также некоторые виды неионизнрующсго из­лучения. В настоящее время к беспороговым принято от­носить генетические и канцерогенные эффекты, хотя и здесь существуют некоторые доводы и данные в пользу на личия порога и для отдельных видов этих эффектов.  Беспороговая концепция соответствует дозовой зави­симости **в** виде прямой линии, выходящей из начала ко­ординат. В ряде исследований показано, что такая зави­симость часто нарушается. Например, эксперименталь­ные данные по мутагенному действию малых доз радиации хорошо описывались уравнениями следующего вида:  ***Е= к D2****, Е —* выраженность эффекта; *D* — доза; к-константа.  Безоговорочное принятие линейной концепции приво­дит к ошибочному мнению о том, что любая радиация соз­дает риск для здоровья ( нет безопасного уровня радиации). Важный аргумент против линейной беспороговой концеп­ции состоит в том, что она полностью игнорирует роль вос становительных процессов в организме, а в случае отдален ных эффектов — возможность прерывания цепочки негатив ных явлений или процессов за время латентного периода.  **18. Стохастические поражающие эффекты от радиации**  *Стохастические* (вероятностные, случайные) - беспороговые эффекты, вероятность или частота их появлений пропорциональны дозе, но тяжесть поражения от дозы не зависит.  Данные эффекты можно объяснить нарушениями генома (возможно, в одной единственной клетке) с последующим переключением генетической программы. Важнейшими из них являются: отдаленные последствия облучения (канцерогенные и генетические) - злокачественные опухоли, лейкозы, врожденные уродства. | **20. Зависимость поражающего эффекта от времени**  Острое (не более нескольких часов), пролонгированное (более длительное), дробное (с перерывами между облучениями), хроническое (длительное с малыми интенсивностями.  **19. Детерминированные поражающие эффекты от радиации**  *Детерминированные* (предопределенные, обусловленные) - эффекты, в отношении которых предполагается существование порога действия, причем тяжесть поражения находится в прямой зависимости от полученной дозы.  Они возникают при действии радиации на достаточно большое число клеток и обычно являются следствием соматических нарушений. Пример: лучевой дерматит (ожог кожи), лучевая катаракта, стерилизующий эффект, функциональные нарушения (наруш.функции щитовид.железы), снижение активности иммунной системы (повреждены лимфоциты) и др.  Порог большинства соматических эффектов у человека оценивают на уровне 0,5-1 Зв.  Характер вероятности эффектов от дозы:   * 0-0,25 Зв - явные повреждения отсутствуют. * 0,25-0,5 - возможны временные изменения формулы крови. * 0,5-1 - изменения в крови и др.нарушения, кот.могут привести к развитию лучевой болезни. * 1-2 - развитие острой лучевой болезни. * 2-4 - возможен летальный исход. * 4 - среднее значение «полулетальной дозы» LD50.   6 и более - примерная абсолютно-летальная доза LD100.  **4. Закон радиоактивного распада**  *C:\Users\Разумовы\Desktop\cb77231323dec231a3dcf672354bedec.pngЗа единицу времени распадается одна и та же доля первоначального количества радиоизотопа.* З-н работает для большого количества атомов, т.е является статистическим.  число распадов dN , произошедшее за короткий интервал времени dt, пропорциональнo числу атомов в образцеN .  λ— постоянная распада, которая характеризует вероятность радиоактивного распада за единицу времени и имеющая размерность с−1. Знак минус указывает на убыль числа радиоактивных ядер со временем.  **5. Методы обнаружения и измерения радиоактивности**  *Детекторы радиации* - приборы измеряющие активность объекта (Бк или Ки) наз-ся *радиометры.* Наука радиометрия.  *Дозиметры* позволяют определить дозу облучения и степень его воздействия на человека.  Типы детекторов:  1 газоразрядный или ионизационный  2 оптические или сцинтилляционные (сцинтилляции- вспышки)  3 химический детектор радиоактивности – метод радиоавтография (подпись того объекта который получил дозу облучения)  Существуют детекторы нейтронов, протонов ловушками которых являются литий, бор, кадмий.  Принципы защиты от облучения:  1 уменьшить время нахождения под облучением  2 увел расстояние м/ду источником облучения и человеком.  Мощность излучения снижается прямо пропорционально квадрату расстояния от источника.  3 создать препятствие м/ду источником и человеком. | **1. Строение атома. Изотопы стабильные и радиоизотопы**  *Атом* (а-отрицание, том-деление) наименьшая частица химического элемента. Состоит из положительно заряженного ядра и движущихся вокруг него элементов.  Если число протонов в ядре совпадает с числом электронов, то атом в целом оказывается электрически нейтральным. В противном случае он обладает некоторым положительным или отрицательным зарядом и называется ионом. В некоторых случаях под атомами понимают только электронейтральные системы, в которых заряд ядра равен суммарному заряду электронов, тем самым противопоставляя их электрически заряженным ионам.  Атомы различного вида в разных количествах, связанные межатомными связями, образуют *молекулы*.  *Изотопы* – это атомы с одинаковым числом протонов (т.е. относящиеся к 1 элементу), но с разным числом нейтронов.  *Стабильные* - это устойчивые, не радиоактивные изотопы.  Ядра изотопов водорода:  *Протий 1 1H,Дейтерий 1 2Д,Тритий 1 3Т*  Тритий радиоактивный изотоп, дейтерий и протон стабильный изотоп.  *Радиоакти́вные изото́пы* — изотопы, ядра которых нестабильны и испытывают радиоактивный распад. Большинство известных изотопов радиоактивны (стабильными являются лишь около 300 из более чем 3000 нуклидов, известных науке). У любого химического элемента есть хотя бы несколько радиоактивных изотопов, в то же время далеко не у всех элементов есть хотя бы один стабильный изотоп; так, все известные изотопы всех элементов, которые в таблице Менделеева идут после свинца, радиоактивны.  *Радиоизотопы, радионуклиды*- это радиоактивные атомы, т.е. они способны распадаться с испусканием излучений.  **2. Важнейшие элементарные частицы**  1-нейтрон n, (масса покоя, а.е.м. ) 1, заряд- 0  2-протон p, масса=1, заряд +1  3-электрон e-, масса =1/1840,-1  4-позитрон (антиэлектрон)- e+, масса= 1/1840, +1  5-фотон ɣ , масса= 0, заряд = 0.  **3. Явление радиоактивности, единицы измерения активности**  *Радиоактивность* – это свойство атомов самопроизвольно испускать частицы и / или излучение, в результате радиоактивного распада ядер атомов.  Причины радиоактивности:  - переход из неустойчивого в устойчивое с меньшей;  - избыток энергии уносится путем испускания излучения.  Явление радиоактивности открыто в 1896г Антуаном Анри Беккерелем. 1й элемент радиоактивности уран. Термин радиоактивность предложила Мария Склодовская-Кюри в 1898.  Причины радиоактивности:  У элементов с порядковым номером >82 нет стабильных изотопов.  1- у элементом с порядковым номером >82 (свинца) ядра не устойчивы, т.к. сильное взаимодействие не удерживает нуклоны на больших расстояниях.  2- в ядрах неустойч-х изотопов соотношение n/p<1, или n/p >1,6.  3- существуют магические числа 2,8,20,50,82,126- ядра с таким количеством протонов и нейтронов более устойчивые.  4- если в ядре четное количество протонов и нейтронов это стабильность.  *Активность*- это количество радиоактивных распадов в единицу времени. Активность пропорциональна числу радионуклидов. Ед . измерения 1 Бк=1 распад/сек, 1 Ки=3,7\*1010Бк  **6. Типы распадов**  1- ***α-*** это распад ядер атомов с испусканием α лучей- пучков ядер гелия. α частицы состоят из 2p+2n  2 4 α 92 235U= 90 231T+ 2 4He  2***- β распад*** – пучки электронов (е)  При β- распаде испускаются электроны из ядра атомов, а не с электронных орбиталей, но это не значит, что в ядре не е  53 131Т= 54 131Хе+-1 0е  Один из нейтронов который внутри ядра превращается в протон  0 1n=1 1p+-1 0e  ***β+***  1 1p=0 1 n+1 0e -1 0e+1 0p=0 1n18  Испускание позитронов  6 11С =5 11 В+ 1 0е  Электронный захват  37 81Rb+-1 0e=36 81 Kr  3- ***у-распад***- изомерный переход не меняется не масса, не заряд  у – лучи- это электромагнитное излучение с очень короткой длинной волны. Ядра, испускающие такое излучение , ни меняют своего атомного числа  ***4- ядерные превращения*** – спонтанное деление на крупные осколки.  Вероятность очень низкая – 1 распад сутки на кг урана  Другой способ вызвать превращение ядра атома- бомбардировка его нейтроном или др ядром.  Такие реакции называются ядерные превращения  235U+ n(медл)= осколки+ 3n  Осколки 90Sr , 144Хе, 93Kr,140Ba  Цепная реакция:  - неуправляемая цепная реакция – взрыв;  - управляемая цепная реакция возникает, если кол-во нейтронов в среде р-ции не изменяется;  - критическая масса- это минимальное кол-во в-ва, необходимое для цепной р-ции. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **7. Скорость радиоактивного распада. Период полураспада. Кривая распада.**  *Скорость радиоактивного распада* (среднее число атомов, распадающихся за единицу времени) пропорциональна общему числу радиоактивных атомов, имеющихся на данный момент.  *Период полураспада* Т1/2 это время за которое распадается половина от имеющихся радиоактивных ядер.  *Кривая радиоактивности* со временем приближается к нулю, но никогда его не достигает. Зависит от числа радиоактивных атомов и от времени.  **8. Ионизирующие излучения. Характеристика излучений**  *ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ* — любое излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию электрических зарядов разных знаков. Представляет собой поток заряженных и (или) незаряженных частиц. Различают *непосредственно ионизирующее и косвенно ионизирующее* излучение. Непосредственно И. и. состоит из заряженных частиц, кинетическая энергия которых достаточна для ионизации при столкновении с атомами вещества (α- и β-излучение радионуклидов, протонное излучение ускорителей и т. п.). Косвенно И. и. состоит из незаряженных (нейтральных) частиц, взаимодействие которых со средой приводит к возникновению заряженных частиц, способных непосредственно вызывать ионизацию (нейтронное излучение, гамма-излучение). И. и., состоящее из частиц одного вида одинаковой энергии, называется *однородным моноэнергетическим излучением*; состоящее из частиц одного вида различных энергий, — *немоноэнергетическим излучением*; состоящее из частиц различного вида, — *смешанным излучением*.  ***Источники И. и.*** бывают естественные (космические лучи, естественно распределенные на Земле радиоактивные вещества, радиоактивные воды и др.) и искусственные (ядерные реакторы, ядерные материалы, ядерное оружие и др.). Является существенным экологическим фактором, воздействующим на все живые организмы.  Воздействие И. и. на организм человека в дозах, превышающих естественный радиоактивный фон, представляет опасность: нарушаются обменные процессы, замедляется и прекращается рост тканей, в организме возникают новые химические соединения, не свойственные ему прежде. *Количественную оценку воздействия И. и. на организм человека проводят по значению экспозиционной дозы, поглощенной и эквивалентной.*  **9. Проникающая и ионизирующая способность излучений.**  Проникающая способность - обратно пропорциональна линейной плотности ионизации.  (Плотность ионизации - число пар ионов образованных на единицу пути ионизирующего излучения.)  1 *ɣ- излучение* распределяется в воздухе и в вакууме беспрепятственно 30000 км/с. Для тысячекратного ослабления ɣ излучения требуется слой бетона около 80 см, воды 1,5 м, сталь 20-30 см. (высокая приникающая способность).  2 *β* (проникающая способность больше, чем *а*, ионизация меньше) в воздухе β частица пролетает 10 м в зависимости от того с какой энергией она летит, а в биологической ткани (кожа, роговица глаза) β излучение проникает на 1-2 мм.  3 *α частица* (характеризуется малой проникающей способностью и сильным ионизирующим действием) в воздухе проходит 1-2 см., в биологических тканях несколько микро метров. Поэтому одежда, кожные покровы защищают излучения полностью.  Ионизир. – способность ионизировать в-во.  **10. Внешнее, внутреннее и смешанное облучение**  **Внешнее облучение** — это облучение человека от источника, находящегося вне его тела; **внутреннее** облучение — это облучение от радиоактивных изотопов (радионуклидов), попавших внутрь организма.  Внешнему облучению может подвергаться либо полностью весь организм, либо отдельные участки тела (локальное облучение). В зависимости от этого последствия облучения будут различными.  Радиоактивные изотопы могут попасть в организм с вдыхаемым воздухом, водой и продуктами питания, тем самым формируя внутреннее облучение иногда в течение многих лет. Снижение уровней облучения будет происходить за счет распада и выведения радионуклидов из организма. Радионуклиды могут равномерно распределяться внутри тела (например, радиоактивный натрий), а могут избирательно накапливаться в отдельных органах и тканях: радиоактивный йод — в щитовидной железе, стронций — в костях, цезий — в мягких тканях и т.д. | **12. Ионизационные детекторы радиоактивности**  Методы основаны *на использовании прохождения электрического тока через газы или твердые полупроводники.* Реализацию ионизационных методов осуществляют разными приборами: электроскопом, ионизационной камерой, счетчиком Гейгера-Мюллера, полупроводниковыми детекторами. Наибольшее распространение получили счетчики Гейгер-Мюллера, а в настоящее время полупроводниковые детекторы. В газонаполненных ионизационных детекторах рабочим телом является газ (например инертный, аргон). Заряженная частица, попадая в него, вызывает ионизацию газа, т.е. образование пар: электронов и положительно заряженных частиц. Если в газе создать электрическое поле, то под его действием заряды начнут упорядочено двигаться, в результате сформируется «лавина электронов», устремляющихся к положительно заряженному аноду, собираются на нем и вызывают падение напряжения, которое фиксируется регистрирующим устройством в виде импульса. Это явление используют для регистрации частиц. Дозиметр такого типа (например, ДК-02) обычно имеет вид авторучки с окошком у торца. Визуальный просмотр прибора в проходящем свете позволяет увидеть нить, которая перемещается по шкале доз.  **Оптические детекторы** *Метод основан на регистрации сцинтилляции (свечения) в виде вспышек света (люминесценции) в некоторых кристаллах при прохождении через них частиц высокой энергии.* Вещества, способные к сцинтилляции, например сульфид цинка, модифицированный серебром, йодид натрия, модифицированный таллием, нафталин, антрацен и прочие, называют сцинтилляторами, люминофорами или фосфорами. *Оптический сигнал* - это вспышка света, превращающаяся в электрический сигнал, усиливающийся с помощью электровакуумного прибора - фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), с фотокатодом которого сцинтиллятор имеет оптический контакт. Фотокатод ФЭУ выполнен в виде нанесенного на стекло материала с высоким выходом фотоэлектронов, например сурьмяно-цезиевый сплав. Фотоэлектроны с катода попадают на систему динодов - электродов-анодов, последовательно расположенных друг за другом. На катод и диноды от высоковольтного источника постоянного тока подается напряжение. Фотоэлектроны, получив ускорение в электрическом, ударяются о поверхность первого динода и создают вторичную электронную эмиссию. Каждый электрон выбивает из него 2-4 вторичных электрона, которые в свою очередь ускоряются и снова выбивают новые вторичные электроны на следующем диноде.. Таким образом, на последний динод падает лавина электронов, что я создает импульс напряжения на нагрузочном резисторе R. Этот импульс формируется и передается на регистрирующее устройство.  **13. Естественная радиация. Условия повышения фона.**  *Естественный фон* - ионизирующее излучение, состоящее из космического излучения и ионизирующего излучения естественно распределенных природных радионуклидов (на поверхности Земли, в воздухе, продуктах питания, воде, организме человека и др.). Существуют следующие источники:  *1. Космическое излучение и солнечная радиация*— это источники колоссальной мощности, которые в мгновение ока могут уничтожить и Землю, и всё живое на ней. К счастью, от этого вида радиации у нас есть надёжный защитник — атмосфера. Впрочем, интенсивная человеческая деятельность приводит к появлению озоновых дыр и истончению естественной оболочки, поэтому в любом случае следует избегать воздействия прямых солнечных лучей. Интенсивность влияния космического излучения зависит от высоты над уровнем моря и широты. Чем выше Вы над Землей, тем интенсивнее космическое излучение, с каждой 1000 метров сила воздействия удваивается, а на экваторе уровень излучения гораздо сильнее, чем на полюсах.  *2. Ядра всех элементов с порядковым номером Z>82 радиоактивны.* Они образуют длинные цепочки радионуклидов, где каждый последующий нуклид есть продукт распада предыдущего. Такие совокупности радионуклидов получим название радиоактивных семейств. В природе существует три радиоактивных семейства:  Семейство урана – радия, семейство тория, семейство актиния. Конечный продукт распада у всех трех семейств - один из стабильных изотопов свинца.  *3. Основные радионуклиды из средней части периодической системы* - это встречающийся в породах Земли - калий-40, рубидий-87 и др.  Значение калия-40 особенно велико для обитателей почвы - микрофлоры, корней растений, почвенной фауны. Соответственно заметно его участие во внутреннем облучении организма, его органов и тканей поскольку калий является незаменимым в ряде метаболических процессов.  В среднем облучение от этой группы земных радионуклидов составляет от 0.3 до 0.6 мЗв/год.  *4. Радон* — это радиоактивный инертный газ без цвета, вкуса и запаха. Он в 7,5 раз тяжелее воздуха, и, как правило, именно он становится причиной радиоактивности строительных материалов. Радон имеет свойство скапливаться под землей в больших количествах, на поверхность же он выходит при добыче полезных ископаемых или через трещины в земной коре. Радон активно поступает в наши дома с бытовым газом, водопроводной водой (особенно, если её добывают из очень глубоких скважин), или же просто просачивается через микротрещины почвы, накапливаясь в подвалах и на нижних этажах. Снизить содержание радона, в отличие от других источников радиации, очень просто: достаточно регулярно проветривать помещение и концентрация опасного газа уменьшится в несколько раз. | **14. Естественные радиоактивные элементы** распространены на Земле в ничтожных количествах и содержатся в твердых породах земной коры, в воздухе, в воде, а также в растительных и животных организмах. Они вошли в состав Земли с самого ее образования. Их можно разделить на две категории: *первичные и космогенные.* Первичные подразделяются на две группы. Первая группа включает 43 радионуклида трех семейств (рядов) радиоактивных элементов: 1. *семейство урана-238*, родоначальником которого является 238U (Т1/2 = 4,51×109 лет); 2. *семейство урана-235*, родоначальником которого является 235U (Т1/2 = 7,13×108 лет); 3*. семейство тория,* родоначальником которого является 232Th (Т1/2 = 1,41×1010 лет).  *Радиоактивные семейства* - цепочки элементов, самопроизвольно образующихся один из другого в результате радиоактивного распада. Конечными продуктами распада в каждом семействе является свинец, соответственно семействам 206Pb, 207Pb, 208Pb. Радионуклиды этой группы называют также тяжелыми естественными радионуклидами. В природе ранее существовало четвертое радиоактивное семейство нептуния – ряд 237Np (Т1/2 = 2,14. 106 лет), все члены которого в естественных условиях уже распались. Вторая группа первичных радионуклидов состоит *из 24 долгоживущих* (период полураспада от 1,3. 109 до 1,4.1021 лет) радиоактивных изотопов таких химических элементов, как К, Са, Rb и др. В облучении человека и других организмов заметную роль играет калий-40 и радиоактивный газ радон, который состоит из нескольких изотопов (Rn-220, Rn-222 и др.). В природном калии содержится 0,0118% радиоактивного К-40. Изотопы радона являются промежуточными продуктами в рядах распада урана и тория. Радон вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада ответственен примерно за 3/4 годовой индивидуальной эффективной эквивалентной дозы облучения, получаемой населением планеты от земных источников радиации. Большую часть этой дозы человек получает с вдыхаемым воздухом, особенно в непроветриваемом и подвальном помещениях. Космогенные радионуклиды образуются, в основном, в атмосфере в результате взаимодействия космического излучения (нейтронов, протонов и др.) с ядрами атомов O, N, а затем поступают на земную поверхность с атмосферными осадками. В среднем между процессом образования и радиоактивным распадом этих нуклидов установилось равновесие и запас их в биосфере держится на одном уровне, испытывая лишь изменения, связанные с вариациями скорости образования. Эта группа представлена 20 радионуклидами с периодами полураспада от 37,3 мин (38Cl) до 7,4. 105 лет (26Al). Наиболее значимые в радиологическом плане радионуклиды этой группы – 3Н, 7Ве, 14С, 22Na, 24Na, 26Al. К этому перечню можно было бы отнести космогенные изотопы 32P, 35S, 54Mn, 59Ni.  **15.** **Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009** применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.  Требования Норм *не распространяются на космическое излучение на поверхности Земли и внутреннее облучение человека*, создаваемое природным калием, на которые практически невозможно влиять.  Для обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации источников излучения необходимо руководствоваться следующими основными **принципами:**  - непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения (принцип нормирования);  - запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (принцип обоснования);  - поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения (принцип оптимизации).  Предельно-допустимые дозы радиации от техногенных источников:  - группа А(работники АЭС, персонал, работающий с радиоактивными излучениями – ПДД 20мЗв/год;  - группа Б (население, проживающие на территориях радиационного контроля) – ПДД 2мЗв/год;  - группа В (население) – 1мЗв/год.  Эффективная доза облучения природными источниками излучения всех работников, включая персонал, не должна превышать 5 мЗв в год в производственных условиях (любые профессии и производства). |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **27. Теория свободных радикалов.**  *Свободные радикалы в химии* — частицы (как правило, неустойчивые), содержащие один или несколько неспаренных электронов на внешней электронной оболочке. По другому определению свободный радикал — вид [молекулы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0) или [атома](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC), способный к независимому существованию (то есть обладающий относительной стабильностью) и имеющий один или два неспаренных [электрона](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD).  Это одна из ведущих химических теорий 1-й половины 19 в. В её основе лежат представления А. Л. [*Лавуазье*](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/164630/%D0%9B%D0%B0%D0%B2%D1%83%D0%B0%D0%B7%D1%8C%D0%B5)об исключительно важном значении кислорода в химии и о дуалистическом (двойственном) составе химических соединений.           В 1789 Лавуазье, воспользовавшись термином «радикал»),высказал мнение, что неорганические кислоты — соединения кислорода с простыми радикалами (состоящими из одного элемента), а органические кислоты — соединения кислорода со сложными радикалами (состоящими из углерода и водородаЛибих и Дюма считали (1837), что органическая химия — это химия сложных радикалов, а неорганическая — химия простых радикалов.  В настоящее время свободные радикалы рассматриваются как неполноценные молекулы, которые лишены одного электрона и всячески пытаются его вернуть, отнимая у других, «нормальных» молекул. Из «нормальных» молекул строятся все клетки и ткани организма, поэтому, когда их атакуют свободные радикалы, они окисляются ( то есть отдают свои «родные» электроны «голодным» радикалам ) и запускают необратимый процесс разрушения ткани.  **30. Источники радиоактивного загрязнения.**  Загрязнение – это привлечение в систему не свойственных ей компонентов.  Действующие потенциальные источники загрязнения-  Ядерные взрывы в военных или мирных целях  Отходы атомной промышленности  Аварии на ядерных объектах различного назначения  Использование радиоактивных материалов в промышленности и медицине  **Взрывы**: испытание ядерного оружия в мире(1945-1996):  США-1056взрывов; СССР-718; Франция-188; Китай-37; Великобритания-22; Индия-6;Пакистан-6  В 1963 году был подписан договор об ограничении испытаний ядерного оружия.  **Ядерные взрывы в промышленных целях**: с 1905 по 1989гг. в СССР осуществлено 124 взрыва, в Казахстане – 30, Астраханской – 15, Якутии – 15, Краснодарском крае – 9, Томской и Тюменской областях по 8. Чтобы избежать их необходимо: создание ёмкости для хранения газового конденсатора и прокладка каналов для переработки к Каспийскому морю.  **Атомные военно-морские силы**:  Срок службы АПП-30-40 лет, АПП сняты 191 с эксплуатации, 72 утилизированы, 119 ждут своей очереди, 5 лодок затонуло в открытом океане с реакторами.  **Утилизация:**  ежегодно страны Евросоюза вынуждены утилизировать 1мкр.м3 промышленных отходов из 50 тыс. м3 – радиоактивных.  Проблема утилизации заключается в том, что радиоактивные ядра остаются опасными на протяжении сотен и тысяч лет, поэтому любые повреждения хранения могут привести к тяжёлым последствиям.  **Захоронения РАО:**  Доставка в приполярные области, где нет коммуникаций(антарктический договор запрещает хранение рао на территории континента), строительство подземных хранилищ в породах.  **33. Ядерная энергетика**  *Ядерная энергетика (Атомная энергетика*) — это отрасль [энергетики](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), занимающаяся производством [электрической](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) и [тепловой](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) энергии путём преобразования [ядерной энергии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F).  Ядерная энергия производится в [атомных электрических станциях](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%AD%D0%A1), используется на [атомных ледоколах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB), [атомных подводных лодках](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%B8); [США](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A8%D0%90) осуществляют [программу по созданию ядерного двигателя для космических кораблей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B9_(%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0)), кроме того, предпринимались попытки [создать ядерный двигатель для самолётов](http://ru.wikipedia.org/wiki/ANP_(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B8_%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8F)) ([атомолётов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%91%D1%82" \o "Атомолёт)) и [«атомных» танков](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BA).  Сторонники и противники ядерной энергетики резко расходятся в оценках её безопасности, надёжности и экономической эффективности. Опасность связана с проблемами утилизации отходов, авариями, приводящими к [экологическим](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B0) и [техногенным](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B0) катастрофам, а также с возможностью использовать повреждение этих объектов (наряду с другими: [ГЭС](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%AD%D0%A1), химзаводами и т. п.) [обычным оружием или в результате теракта](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%8F%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B1%D0%BE%D0%BC%D0%B1%D0%B0) — как [оружие массового поражения](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%B8%D0%B5_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F). «Двойное применение» предприятий ядерной энергетики, возможная утечка (как санкционированная, так и преступная) [ядерного топлива](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE) из сферы производства [электроэнергии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) и его использовании для производства [ядерного оружия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%B8%D0%B5) служит постоянным источником общественной озабоченности, политических интриг и поводов к военным акциям(например, [Операция «Опера»](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%C2%AB%D0%9E%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%C2%BB), [Иракская война](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D0%BE%D0%B9%D0%BD%D0%B0))  Одной из проблем ядерной энергетики является тепловое загрязнение. По мнению некоторых специалистов, атомные электростанции, «в расчете на единицу производимой электроэнергии», выделяют в окружающую среду больше тепла, чем сопоставимые по мощности [ТЭС](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F).  **Термоядерная энергия** – при вскипании ядер водорода в крупное ядро выделяется ещё больше энергии, чем при распаде ядер.  **Термоядерный синтез** возможен только при взрыве, его удалось достичь взрывом ядерной бомбы в водородной бомбе. | **28. Радиотоксины**  **Радиотоксины** — группа веществ, образующихся под воздействием ионизирующей радиации в организме, пищевых продуктах и питательных средах и обладающих свойствами имитировать и увеличивать [радиобиологические эффекты](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%8B) (возможно определяют дистанционное действие радиации)  **–** низкомолекулярные биологически активные вещества различной природы, образующиеся в организме растений, животных и человека при воздействии ИонизирующихИзлучений и участвующие в формировании лучевых поражений. Р. Играют существенную роль в развитии лучевой болезни, могут останавливать рост тканей, в высоких концентрациях – вызывать лейкопению, задерживать развитие организма, стать причиной появления уродств в потомстве..  Липидные радиотоксины представляют собой лабильный комп­лекс продуктов окисления ненасыщенных кислот, гидропероксидов, альдегидов, эпоксидов и кетонов. Они вызывают не только гемолиз, но и другие реакции, характерные для лучевого поражения: тормо­жение клеточного деления, нарушение кроветворения, поврежде­ние хромосомного аппарата и др.  **31. Главные дозообразующие радионуклиды, образующиеся при аварии на аэс и при ядерном взрыве**  Основной путь поступления радионуклидов пищевые цепи человека – непосредственное загрязнение начальных звеньев цепи (растения) радиоактивными выпадениями. Характер нуклидов, равновесие содержания которых в атмосфере и начальных звеньев пищевой цепи устанавливается в течение одного вегетационного периода. Комбинированный путь (воздушно-почвенный) поступления радионуклидов в пищевые цепи с существенным вкладом усвоения нуклидов корневой системой растений из почвы. Характерен для долгоживущих радионуклидов, равновесное содержание которых в атмосфере и начальных звеньях пищевой цепи в течение одного вегетационного периода не достигается. Наблюдается постоянное увеличение кумулятивного запаса радионуклида в почве в течение десятилетий.  Главные дозообразующие радионуклиды  Стронций-90 28 лет  Йод-131 8 дней  Цезий-134 2 года  Цезий-137 29,7 лет  Плутоний-239 24110 лет  **Йод-131 и -129** В настоящее время известно 24 изотопа йода, из которых радиоэкологическую опасность представляют в основном 2 изотопа: йод-131 и йод-129. Наибольшее значение в практическом отношении имеет изотоп. Изотоп йода-131 является бета- и гамма-излучателем, был выделен в 1938 г.. Затем он был обнаружен Абельсоном в продуктах деления урана и, наконец, в продуктах деления тория-232.  обусловлена его сравнительно невысокая опасность и возможность медикаментозной помощи. В обычном режиме работы АЭС выбросы йода также невелики, но в аварийных ситуациях радиоактивная опасность обуславливается (в начальный период) именно изотопами йода, поступающими в организм в основном перорально и через органы дыхания.  **Стронций-90**  Долгоживущие радиоактивные изотопы 89Sr и 90Sr образуются (с высоким выходом) при делении ядер урана. Наибольшую опасность представляет 90Sr из-за большого периода полураспада, способности накапливаться в организме и высокой энергии β-излучения. Попадая в окружающую среду, 90Sr включается (главным образом вместе с Ca) в процессы обмена у растений, животных и человека. В растения 90Sr может поступать непосредственно через листья или из почвы через корни. Относительно больше 90Sr накапливают бобовые, клубни и корнеплоды, меньше – злаки. В семенах и плодах его значительно меньше, чем в листьях и стеблях.  **Цезий 137**  137Cs принадлежит к группе радиоактивных веществ, равномерно распределяющихся по органам и тканям, по этой причине относится к среднеопасным по радиотоксичности нуклидам. Он обладает хорошей способностью проникать в организм  вместе с калием посредством пищевых цепочек.  Цезий-137 выводится в основном через почки и кишечник. Биологический период полувыведения накопленного цезия-137 для человека принято считать равным 70 суткам  **Плутоний** Всего 60 лет назад зеленые растения и животные не содержали в своем составе плутоний, сейчас до 10 т его распылено в атмосфере. Около 650 т наработано атомной энергетикой и свыше 300 т военным производством. Значительная часть всего производства плутония находится в России.   Попадая в биосферу, плутоний мигрирует по земной поверхности, включаясь в биохимические циклы. Плутоний концентрируется морскими организмами. | | **29. Понятие физиологического (соматического) и генетического действия радиации на живые организмы.**  Наибольшее внимание людей привлекают радиационные повреждения клеток, которые связаны с мутациями. Не стоит забывать о том, что *мутациями* называются любые обнаруживаемые и наследственные изменения в генетическом аппарате клетки, которые передаются дочерним клеткам и индивидуумам. Мутации делятся: на соматические, прошедшие не в половых клетках и генетические. Наиболее заметные результаты мутаций- это *хромосомные адеррации* (перестройки) в ядерных структурах клеток. Фрагменты хромосом после разрывов и перемещений могут воссоединиться не полностью или в неверном порядке. Точечными мутации – некоторые изменения в цепях ДНК, без изменения структур хромосом.  Соматические мутации могут переноситься в новые клетки, происходящие из исходных, но они не передаются потомству, т.е. они вызывают только физиологические эффекты. Пример: канцерогенное действие ионизирующей радиации.  *Генетические мутации* могут (не обязательно) проявляться у потомства. Действие радиации не имеет направленного характера и значительное число мутаций может и не приводить к последствиям. Экспериментально установлено. Что в первом поколении облученных организмов проявляется около половины всех выделяемых мутаций, остальные могут обнаруживаться в последующих 15-20 поколений.  Долгое время считали, что главный риск от радиации – наследственные эффекты, однако полувековые наблюдения за 78 тыс. детей, родившихся от людей, облучённых В Хиросиме и Нагасаки, не выявили никаких явных генетических дефектов, достоверно связанных с действием радиации.  **32. Цепная реакция деления ядер урана**  это процесс, в котором одна проведенная реакция вызывает последующие реакции такого же типа. В ядерных реакторах выделяется энергия в результате цепной управляемой реакции ядерного распада. Цепная реакция деления ядер урана — это реакция, в ко­торой частицы (нейтроны), вызывающие эту реакцию, образуются в процессе деления ядра. Для осуществления ценной реакции пригодны лишь ядра  Цепная реакция деления ядер урана  235U+ n (медленно)= осколки + 3n  1 грамм урана эквивалентен 3 т угля  Позже обнаружили, что при бомбардировке нейтронами U образуются 80 различных ядер.  Нейтроны деления и осколки деления обладают большой [кинетической энергией](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F). В результате столкновений осколков с другими атомами эта кинетическая энергия быстро преобразуется в [тепло](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F).  238U → 234Th → 234Pa → 234U →230Th → 226Ra → 222Rn → 218Po → 214Pb→ 214Bi  α, γ β, γ β, γ α, γ α, γ α, γ α α, β β β, γ  →214Po → 210Pb → 210Bi→ 210Po → 206Pb  α β, γ β α, γ *стабильный*.  **34. Радиоэкология. Виды выпадения радионуклидов из атмосферы и их отличительные особенности.**  *Радиоэкология* - воздействие ионизирующего излучения окружающей среды на живые организмы, их сообщества и связь воздействия с распространением радионуклидов по поверхности Земли (атмосфера, мировой океан, земная кора).  *Сельскохозяйственная радиоэкология* – это наука, изучающая законо-мерности миграции радионуклидов по биологическим цепям в агропромыш-ленной сфере и действие ионизирующих излучений как одного из ведущих экологических факторов в современной биосфере на сельскохозяйственные растения и животных, агроценозы.   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Виды выпадения | протяжённость | размер | продолжительность | | Локальные период полуоседания несколько дней | 100-200км | Меньше 10 мкм | Несколько дней | | Региональные период полуоседания 15-30 суток | 100-1000 мкм | 1-10мкм | До 3-4 недель | | Глобальные период полуоседания 3-24 месяца | Вся плантета | Больше 1мкм | 10-30лет |   В зависимости от мощности взрыва и от дисперсности образовавшегося радиоактивного материала, последний может оказаться в атмосфере на сравнительно небольшой высоте (в случае реакторных аварий - обычно не более 1-2 км), но может подняться до тропосферы (на высоту до 16-18 км) и даже до стратосферы (20-40 км). Последний случай соответствует испытаниям самого мощного, термоядерного оружия. Медленное, растянувшееся на десятки лет оседание радионуклидов из стратосферного источника привело хотя и к небольшим, но заметным загрязнениям по всей поверхности Земли. Глобальные выпадения не совершенно равномерны, большая их часть, около 3/4, приходится на Северное и только 1/4 - на Южное полушария. Минимальные выпадения образовались у полюсов и экватора, максимальные - на широтах от 30 до 60° в Северном полушарии. Состав радиоактивных изотопов и от взрыва атомного заряда, и от аварии на ядерном реакторе в основном одинаков, так как и в том. и в другом случае происходит осколочное деление тяжелых ядер с примерно одинаковым набором продуктов реакции. | |
| **21. Радиационный гормезис**  Радиационный гормезис -благоприятный эффект ионизирующего облучения при малых дозах, выражающийся в стимулирующем действии облучения на организм. Был предложен в 1980 г Т. Д. Лакки. К малым дозам принято относить такие, при которых через ядро клетки проходит одна ионизирующая частица. В зависимости от размеров ядра клетки это дозы порядка 10 сГр(сантиГрей). Можно выделить следующую зависимость эффектов от доз:  *Менее 1*-депресия роста,угнетение рзмножения;*1-10* стимуляция роста размножения,повышение сопротивляемости неблагоприятным факторам;*10-100* проявление стимуляционных и депрессивных эффектов, активация репарационных процессов(востановление повреждения клеток); *100-1000* повреждение и генетическое нарушение и восстановление; *более 1000*-повреждение генов, аномалии развития и размножения, угнетение репарационных процессов, возможность летального исхода. Эпидемиологическими исследованиями доказано существование антиканцерогенного эффекта малых доз ионизирующего облучения; в то же время другие исследования свидетельствуют о радиационных нарушениях у детей, родившихся от женщин,  подвергнувшихся облучению при малых дозах. Дозовые зависимости в области малых доз носят сложный и не всегда прогнозируемый характер.  **24. Поглощенная, эквивалентная и экспозиционная дозы**  *Экспозиционная доза* D эксп показывает ионизирующее действие излучения на воздух в данной точке. Единица измерения-Рентген*.*  *Поглощенная доза* (D погл) - основная дозиметрическая величина. Она равна отношению средней энергии E, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе m вещества в этом объеме: D = E/m  Единица поглощенной дозы - Грей (Гр). Внесистемная единица Рад,который равен 0,01 Гр.  *Эквивалентная доза* (D экв) показывает степень воздействия излучения на биологический объект. Единицей измерения является Джоуль на килограмм. Она имеет специальное наименование Зиверт (Зв). 1 Зв =20 Гр.  **54. Радиационная селекция**  Возникла радиационная генетика — наука, изучающая природу воздействия радиации на наследственность и изменения, которые могут иметь значение в преобразовании микроорганизмов, растений и животных. Радиационная генетика призвана решить одну из важнейших проблем всей современной науки — вопрос об опасности ядерных и сходных с ними излучений для наследственности человека.  Впервые факт воздействия ионизирующей радиации на наследственность был установлен еще в 1925 г. Г. А. Надсоном и Г. Г. Филипповым, которые получили искусственно вызванные мутации у микроорганизмов.  В настоящее время на базе громадного развития ядерной физики, давшей новые доступные источники излучений в виде гамма-лучей от Со60, нейтронов в ядерных реакторах и т. д., мощное влияние радиации используется в практических целях по селекции растений и микроорганизмов.  можно получить радиационные и химические мутанты микроорганизмов со свойством сверх синтеза по нужному нам веществу. Именно таким путем радиационная и химическая селекция пенициллов, актиномицетов, дрожжей, других микроскопических грибов и бактерий показала, что новыми методами могут быть созданы формы, получение которых раньше было практически невозможно.  Практика показала, что радиация и химические мутагены, вызывая широкую изменчивость, обеспечивают совершенно новые возможности для улучшения сортов растений. За рубежом уже продаются семена 23 радиационных сортов.  Сире (1956) путем получения радиационной транслокации передал устойчивость против листовой ржавчины от эгилопса к пшенице. Эллиоту (1957) удалось путем получения у гибридных форм транслокации части хромосомы пырея передать пшенице устойчивость против стеблевой ржавчины, свойственной пырею. | | **22. Правило Бергонье-Трибондо**  *Правило (закон) Бергонье — Трибондо* — правило в радиобиологии, которое в первоначальной формулировке утверждало, что клетки тем чувствительнее к облучению, чем быстрее они размножаются, чем продолжительнее у них фаза митоза и чем менее они дифференцированы. *Сформулировано в 1906 году Жаном Бергонье и Луи Трибондо.* Позднее в правило были внесены существенные коррективы.  Позже было доказано, что *наиболее чувствительными являются недифференцированные клетки, которые хорошо кровоснабжаются, быстро делятся и имеют активный метаболизм*. В организме человека такими клетками являются гаметы, эритробласты, эпидермальные стволовые клетки и стволовые клетки желудочно-кишечного тракта. Минимальной чувствительностью обладают нейроны и мышечные клетки. Также к чувствительным клеткам относят ооциты и лимфоциты. Причины их чувствительности не ясны.  **25. Понятия дозы и мощности дозы, единицы измерения**  Доза облучения – характеристика количества излучения и одновременно мера его воздействия на облучаемую среду или объекты ОС.  Доза (D)= E/m, количество энергии поглощённой массой объекта:Дж/кг.  Доза будет возрастать при увеличении времени нахождения под воздействием излучения.  Мощность дозы (значение дозы в единицу времени) Р=Р/t показывает с какой интенсивностью излучение действует в данной точке мкР/ч. Интенсивность излучения уменьшается пропорционально квадрату расстояния от источника.  **11. Сравнительная оценка опасности излучений**  a-, b-, g-излучения, имеющие разную природу, имеют разную проникающую способность. Чем выше удельная ионизация, тем быстрее частица теряет свою энергию, тем меньше ее проникающая способность и максимальный пробег.  Проникающая способность излучений изменяется в ряду a< b< g способность зависит также от энергии излучения: она тем больше, чем больше энергия излучения.  Степень воздействия излучения на биологические объекты зависти не только  от вида и энергии излучения. Большое значение имеет также то, где по отношению к облучаемому объету находится радионуклид. Различают внешнее облучение, если источник излучения находится вне облучаемого объекта, и внутреннее облучение, если источник находится внутри облучаемого объекта.  Сравнительная степень опасности излучений различных видов при внешнем и внутреннем облучении a< b< g  Для защиты от бета-излучения оргстекло и свинец.  **53. Радиационное ингибирование**  Облучение живых организмов высокими дозами ионизирующего излучения приводит к подавлению ростовых процессов или к их гибели. Этот эффект используется в некоторых странах для предотвращения прорастания клубней картофеля, корнеплодов, лука при хранении, увеличения срока хранения ягод и плодов (радиационное ингибирование). Облучение клубней картофеля гамма-излучением дозами 50-200 Гр подавляет его прорастание, увеличивая срок хранения. Длительность ингибирующего действия зависит от дозы облучения. Однако уже при минимальных дозах 70-100 Гр ослабляется иммунная система, устойчивость клубней уменьшается, что может привести к возрастанию потерь механически поврежденных облученных клубней картофеля из-за развития болезней. Задержка прорастания клубней связана со значительными изменениями в точках роста (глазках) и серьезными нарушениями обмена веществ, вызванными образованием в облученных клубнях радиотоксинов, обладающих мутагенными свойствами. Мутагены разрушаются в картофеле после 3-4 месяцев хранения, а также при варке, поэтому в некоторых странах разрешено употребление картофеля, облученного для задержки прорастания. | | **23. Радиочувствительность животных и растений**  *РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ*-чувствительность биологических объектов к ионизирующим излучениям. Обычно мерой радиочувствительности служит величина дозы облучения, вызывающая гибель 50% клеток или организмов (ЛД50). Применяется и понятие ЛД100, т. е. доза, при облучении которой погибает 100 % клеток или особей.  *Радиочувствительность растений связана с цитологическими характеристиками клеток* -- объемом ядра и числом хромосом, а точнее -- с содержанием ДНК в хромосоме. Наиболее чувствительны к облучению ткани апикальной меристемы, что обусловлено большими размерами ядер клеток по сравнению с др. тканями. Радиочувствительность отдельных представителей растительного покрова сильно варьирует. Наиболее радиочувствительным является древесный ярус, особенно хвойных пород. *Наиболее устойчивые*-рис,бахчевые культуры,овощные крестоцветные\_наименее устойч.-злаковые.  Наиболее устойчивым к облучению компонентом биогеоценозов является почвенная микрофлора. При дозах, губительных для высших растений и животных, она, как правило, не страдает.  Радиочувствительность животных равна уровню их организации. Различные виды животного и растительного мира имеют неодинаковую радиочувствительность (видовая радиочувствительность). Так, например, собаки являются более радиочувствительными животными, чем кролики: при равномерном облучении абсолютно смертельной для собак считается доза 350 р, а для кроликов — 800—1000 р. Абсолютно смертельная доза общего облучения для человека — 600—700 р. Радиочувствительность изменяется в зависимости от времени года (сезонная радиочувствительность). Например, радиочувствительность собак и кроликов в осенне-зимний период значительно понижена. Радиочувствительность организма неодинакова в различные возрастные периоды (возрастная радиочувствительность).  Различия в радиочувствительности имеются не только на уровне целого организма, но и на уровне его тканей, органов, клеток и даже молекул. Например, известно, что морфологические изменения в кроветворной ткани выявляются при сравнительно меньших дозах, чем в мышечной или костной. Молодые, быстро размножающиеся клетки более радиочувствительны, чем зрелые.  **26. Радиочувствительность экосистем**  Г.Г. Поликарпов предложил принцип зональности проявления биологического действия разных мощностей доз ионизирующих излучений. Выделяют зоны:  а) явного экологического нарушения (свыше 4-9 Гр/год);  б) экологической маскировки (4-0,04 Гр/год);  в) физиологической маскировки (0,04 - 0,005 Гр/год);  г) радиационного благополучия (5-10 ~ 3 - 4·10-5Гр/год);·  д) радиационной недостаточности, или неопределенности. Значимость биоценотических сдвигов после облучения можно обосновать, используя различные, принятые в экологии критерии (коэффициент сходства, разнообразия, измерение биомассы и др.), для расчета которых требуются подробные сведения о видовом составе, численности и продуктивности видов, составляющих исследуемый биоценоз, подлежащий сравнению с контрольным.  Мерой радиационной устойчивости экосистемы может служить радиочувствительность ее доминирующей компоненты. У большинства экосистем радиочувствительность доминанта ниже других компонент на один-два порядка. Радиочувствительность доминанта, выраженная в дозовых единицах, есть предел дозы, облучение свыше которого нарушает целостность экосистемы - экологический предел дозы.  **52. Радиационное стимулирование**  Эффекты, связанные с проявлением стимулирующего действия малых доз облучения, получили наименование радиационного гормезиса.  Понятие «радиационный гормезис» было введено в биологию в 80- годы и, как в гомеопатии, постулировало, что если большие дозы радиации оказывают неблагоприятные эффекты на живые организмы – угнетают деление клеток, рост и развитие, то малые дозы стимулируют практически все физиологические процессы. Конкретные величины малых доз зависят от видовой характеристики, для млекопитающих они лежат в диапазоне до 0.5 Гр. Эксперименты свидетельствуют о том, что под влиянием малых доз ионизирующих излучений естественная продолжительность жизни животных увеличивается на 10-12% по сравнению с адекватным контролем. Сторонники идеи радиационного гормезиса не без оснований считают, что атомная радиация является естественным, постоянно действующим на организм фактором, без которого нормальное существование невозможно. как невозможна жизнь без гравитации, магнитного поля или кислорода.  Стимулирующие эффекты малых доз облучения используются в хозяйственной деятельности. Это облучение куриных яиц в периоде инкубации, приводящее к повышению вылупляемости цыплят, ускорению полового созревания кур, повышению их яйценоскости, а также предпосевное облучение семян, повышающее их всхожесть и урожайность и др. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **47.Рекомендации видов с/х деятельности при разных уровнях загрязнения**  *Плотность загрязнения1-5 Ки/*: в области растениеводства применимы любые технологии без каких-либо ограничений. На естественных сенокосах и пастбищах необходим контроль за содержанием радионуклидов в травостое.  *Плотность загрязнения 5-15 Ки/:*  1. Количество продукции обычно соответствует нормативам, однако, на легких почвах рекомендуется составлять прогнозную оценку уровня загрязнения отдельных видов продукции.  2. Запрещено использовать сено с естественных угодий  3. Выпас скота на улучшенных культурных пастбищах (высота травостоя не менее 10 см)  4. Контроль за содержанием радионуклидов в молоке и мясе.  *Плотность загрязнения 15-40 Ки/:*  1. В растениеводстве выполнение полного комплекса защитных мероприятий  2. Исключаются культуры: зернобобовые, лен, гречиха, т.к. они отличаются повышенным выносом радионуклидов.  3. Запрещено внесение местных органических удобрений.  4. В животноводстве содержание коров должно быть исключительно стойлово-выгульным.  5. В кормах допускается сено только сеяных трав  6. За 1-2 месяца до убоя рекомендуется перевод на «чистые» корма.  *Плотность загрязнения >40 Ки/:*  Выращивание продовольственных и кормовых культур не допускается.  Направления перепрофилирования:  1. Производство овощей защищенного грунта  2. Производство технических (волокнистые, прядильные, картофель на спирт), масличных и эфиромасличных культур (подсолнечник, рапс, конопля, клещевина).  3. Семеноводство  В животноводстве:  1. Изменение поголовья скота: свиноводство>КРС>овцеводство>птицеводство.  2. Перевод направленности хозяйства с молочного на мясное  3. Организация пушного звероводства. | **50.Эффективность мероприятий по снижению поступления радионуклидов в продукцию**  Влияние агротехнических мероприятий на содержание радионуклидов:  1. Глубокая вспашка перемещает часть радионуклидов на недоступную для растений глубину  2. Разбавление радионуклидов  3. Ускорение минерализации органических остатков и закрепление радионуклидов в глинистой части почвы  4. Рассеяние радионуклидов с эрозионными процессами.  Благоприятное влияние удобрений:  1. Увеличение биомассы ведет к уменьшению удельной активности  2. Подавление химических аналогов Ca, Mg, K. Химическими аналогами Ca, Mg являются Sr, а K-Cs; внесение калийных и фосфатных удобрений приводит к увеличению конкурентоспособности K и Ca.  3. Соосаждение радионуклидов вместе с нерастворимыми фосфатами Ca, гидроксидами Fe, Al.  4. Чистые органические удобрения создают очаги благоприятного развития корневой системы. Органические вещества удерживают радионуклиды в комплексе соединений.  Негативное влияние удобрений:  1. Возникает при грубых ошибках технологии применения удобрений  2. Вытеснение из почвенно-поглощающего комплекса радионуклидов солями, входящими в состав удобрений и за счет подкисления физиологически кислыми удобрениями.  Влияние мелиорации:  1. Осушение приводит к снижению растворимой части радионуклидов  2. Известкование особенно эффективно снижает поступление Sr-до 20 раз в течение 5-7 лет, для Cs-в 2-3 раза в течение 1-2 лет.  3. Внесение химических реагентов-растворенных силикатов, бентонитных глин, фосфатов. |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **40. Сравнительное накопление радионуклидов растениями при выращивании на различных почвах.**  Поступление радионуклидов зависит от времени и форм нахождения в почве, от концентрации доступных форм в корнеобитаемом слое. Среди почвенных характеристик наибольшее влияние оказывают гранулометрический и минералогический состав, агрохимические показатели почвы и режим увлажнения почвы. Гранулометрический состав влияет на сорбцию радионуклидов, которая зависит от степени дисперсности частиц. Чем больше в почве глинистых частиц, тем прочнее сорбция радионуклидов и тем меньше коэффициенты накопления радионуклидов растениями. На почвах тяжелого гранулометрического состава с высоким содержанием глин радионуклиды накапливаются в растениях в меньших количествах, чем на почвах легкого состава. Основное влияние на накопление радионуклидов оказывает илистая фракция, в состав которой входят глинистые минералы группы монтмориллонита, гидрослюд и слюд. В зависимости от типа почвы при одинаковой плотности загрязнения их Сs-137 и Sr-90 коэффициенты пропорциональности для этих радионуклидов могут различаться до 2-х и более раз. Например, Кпцезия-137 для картофеля на дерново-подзолистой песчаной почве составляет 0,08, а на дерново-подзолистой суглинистой – 0,03. Для стронция-90 коэффициенты пропорциональности на этих почвах составляют соответственно 0,33 и 0,17. Коэффициенты накопления радионуклидов на разных типах почв при одинаковой плотности поверхностной загрязненности могут различаться в 10–20 раз, а иногда до 100 раз. Цезий-137 менее доступен для растений, что связано с его необменной сорбцией в кристаллических решетках глинистых минералов. Коэффициенты накопления цезия-137 и стронция-90 на черноземных почвах соответственно в 20 и 10 раз ниже, чем на дерново-подзолистых почвах. Это связано с тем, что у черноземов богатый почвенно-поглощающий комплекс, насыщенный физической глиной, илом, гумусом и обменными катионами, что обеспечивает высокую емкость поглощения этой почвы и, следовательно, меньшее поступление радионуклидов в растения. На более тяжелых почвах Sr-90 накапливается в растениях в 5–10 раз интенсивнее, чем Сs-137. На Полесье преобладают супесчаные легкие дерново-подзолистые и торфяно-болотные почвы. Коэффициенты перехода цезия-137 в растения здесь в 4–5 раз выше, чем в других районах Беларуси. Накопление Сs-137 и Sr-90 в растениях одних и тех же культур здесь практически не отличаются, т.е. Кп цезия-137 примерно равны Кп стронция-90, потому что при дефиците глинистых минералов Cs-137 находится в этих почвах в водорастворимой и обменной форме Накопление радионуклидов на торфяно-болотных почвах зависит от окультуренности почвы, минерализации и состава золы почвы, толщины торфяного слоя, ботанического состава торфообразующих растений, кислотности почвенного раствора и наличия обменных катионов, влажности почвы, глубины залегания и минерализации грунтовых вод. Особенности накопления радионуклидов растениями на разных типах почвы следует учитывать при производстве сельскохозяйственной продукции.Доказано, что все агрохимические показатели почвы, способствующие повышению сорбции радионуклидов почвой, снижают их поступление в растения.  **46.** **Роль естественных экосистем в формировании дозовой нагрузки на человека**  Задерживающая способность экосистем уменьшается в след ряду: хвойные леса, лиственные, луга и степи, пашня.  В лесных экосистемах главный аккум-р радионукл-в это лесная подстилка, грибы, мхи, лишайники. Внос Р-в возможен только через выщелачивание и с поверхностным стоком.  В естественных травянистых экосистемах удерживание Р-в в составе органич остатков способствует их поглощению травостоем. Основная часть Р-в переходит в фитомассу естеств луга после снеготаяния.  В формировании дозы внешнего облучения населения основную роль играют два фактора - радиоактивное загрязнение лесных массивов и режим поведения. Вклад внешней дозы облучения в суммарную дозу колеблется в достаточно широких пределах от 30 до 60 % и зависит от социальной ориентации группы населения, ее профессиональной принадлежности и возраста.  Основной вклад в снижение дозы внешнего облучения от лесов вносит радиоактивный распад. Анализ отношения доза/запас показывает, что его уменьшение обусловлено миграцией радионуклидов вглубь почвы. Этот процесс и перераспределение радионуклидов в системе почва-древесный ярус будут вносить некоторые поправки в динамику внешней дозы.  **51. Использование излучений в с/х.**  Условно можно выделить 4 направления: использование воздействий ионизирующих излучений на живые организмы (радиобиология), использование химич действия радиации, автоматизация производственных процессов, использование в оценке свойств природных объектов.  В АПК исп-ся все виды воздействий: радиационное стимулирование - для повышения урожая культ растений и привеса животных; рад-е ингибирование - для предотвращения прорастания клубней и корнеплодов, лука,чеснока, при хранении, в борьбе с насекомыми и вредителями, для улучшения посадочного материала, для определения кач-ва семян, для создания новых форм культ-х раст и животных, для улучшения срока хранения скоропортящейся продукции растениев-ва; высокие дозы- для уничтожения патогенной микрофлоры продуктов питания. | **41.Коэффициенты накопления Кн и перехода Кп радионуклида из почвы в растения.**  Коэффициент накопления Кн исп-ся для грубой оценки переноса радионуклида из почвы в растения:  **Кн=Араст/Апочвы** где **Араст** – удельная активность радионуклида в продукции (Бк/кг), как правило, для сухого веса растений (иногда приводится при естественной влажности, что специально оговаривается);  **Апочвы** – массовая удельная активность радионуклида в почве (Бк/кг) для пахотного 20-см слоя сельскохозяйственных угодий и 10-см корнеобитаемого слоя природных кормовых угодий (сенокосы и пастбища).  Изменение Кн с течением времени. Кн для Cs интенсивно снижается в течение 5 лет после аварии (из-за фиксации глинистыми частицами) и продолжительность снижается в дальнейшем, но менее интенсивно. Кн для Sr увеличивается 4-5 лет (из-за включения Sr в топливные частицы и постепенного вымывания), а затем стабилизируется.  Коэффициент перехода Кп:  **Кп=Ар/Аs**  где **Ар** – удельная активность радионуклида в продукции (Бк/кг), как правило, при естественной влажности (иногда приводится для сухого веса, что специально оговаривается);  **Аs** – поверхностная плотность загрязнения почвы радионуклидом (Ки/км2).  **42.Поступление радионуклидов в организм животных.**  Основными источниками поступления радионуклидов в организм животных являются корм, вода, почва, радиоактивные частицы, аэрозоли. Радионуклиды поступают в организм животных через пищеварительный тракт с кормом и водой, через легкие с загрязненным воздухом, через поверхность кожи, через слизистые оболочки и раны. При радиационных инцидентах основное количество радионуклидов поступает через легкие, кожу и слизистые оболочки. Газообразные радионуклиды быстро всасываются с поверхности легких в кровь и разносятся по организму. В настоящее время 95-98% радионуклидов поступает через желудочно-кишечный тракт с кормами и водой. Поступление зависит от характера кормопроизводства хозяйства (вид и набор кормов, содержание радионуклидов в корма или суточная активность рациона, от продуктивности и окультуренности кормовых угодий, а также от способа содержания животных, при этом минимальное поступление при стойловом содержании животных с кормлением скошенным зеленым кормом окультуренных угодий. При выпасе скота одновременно с травой поступают радиоактивные частицы, почвенный грунт и отмершие части растений, содержащие радионуклиды. В организм крупного рогатого скота может поступать 300-600 г почвы. С водой поступление радионуклидов на несколько порядков ниже, чем с кормом. В желудочно-кишечный тракт с кормом и почвой радионуклиды поступают в различных формах: 1) ионы, входящие в состав травянистого корма; 2) аэрозоли, адсорбированные на поверхности растений; 3) структурные и химические соединения, входящие в состав кормов; 4) силикатные и карбонатные частицы различной растворимости и др. Радионуклиды, попавшие в организм с кормом, включаются в основные процессы обмена веществ, т.е. всасывание в кровь, транспорт с кровью по организму, поступление и накопление в органах и тканях организма и выведение из организма. Основное место всасывания радионуклидов — кишечник. При длительном (хроническом) поступлении радионуклидов в организм животных с кормом сначала происходит интенсивное накопление, а затем, по мере насыщения радионуклидами тканей, постепенно замедляется до наступления равновесия между поступающими в организм радионуклидами и радионуклидами, выводимыми из организма, при этом содержание радионуклидов стабилизируется. Равновесие может нарушаться при изменении содержания радионуклидов в корме.  **49.Возможности и способы реабилитации почв, загрязненных радионуклидами**  1.Внесение в почву сорбента радионуклидов, взятого в эффективном количестве с учетом сорбционных характеристик и уровня загрязнения почвы.  2. В почву вносят природные или искусственно созданные сорбенты, которые могут извлечь из почвы 100% радионуклидов стронция 90, 91, 89, цезия 137, урана 235, 238, плутония 239. Сорбенты прочно связывают в своей структуре радионуклиды. После полной дезактивации почвы сорбенты можно извлечь из почвы просеиванием ее, а в дальнейшем отправить на захоронение.  Основным недостатком данных способов является то, что сорбент с иммобилизованными нуклидами требуется удалять из почвы, для чего необходимо разрабатывать способы удаления сорбента из почвы. Кроме того, к недостатку способов должна быть отнесена их дороговизна, связанная с необходимостью удаления, транспортировки на дальние расстояния и захоронения отработанного сорбента.  3. Предварительное увлажнение почвы водным раствором кислоты или щелочи и обработка мощными наносекундными электромагнитными импульсами позволяет снизить степень ее радиоактивного загрязнения, что обусловлено превращением долгоживущих изотопов радионуклидов в стабильные и/или короткоживущие радионуклиды.  Увлажнение почвы водным раствором кислоты или щелочи и обработка мощными короткими электромагнитными импульсами приводит к возникновению между электродами электромагнитного поля, в котором могут происходить слабые взаимодействия. В результате слабых взаимодействий происходит процесс электронного захвата. В процессе электронного захвата происходит переход протонов ядра в нейтрон, что вызывает их превращения в стабильные и/илипрочно связывают в своей структуре радионуклиды. | **43. Уровни радионуклидного загрязнения.**  Зональное деление земель по уровню загрязнения радионуклидами.   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Плотность поверхностного загр-ия, Ки/ | по Cs и по Sr | Уровень загр-ия | Зона проживания | | 1-5 | 0,15-1 | низкий | Проживание с льготным социально-экономическим статусом | | 5-15 | 1-3 | Средний | Проживание с правом отселения | | 15-40 | >3 | Высокий | Отселение с правом получения компенсаций и льгот | | >40 | … | Очень высокий | Зона отчуждения |   Обязательные условия ведения агропроизводства на загрязненных землях:  1. Уменьшение роста факторов риска, связанных со здоровьем населения.  2. Сдерживание действия факторов.  3. Получение продукции, отвечающей санитарным нормам.  4. Экономическое обоснование целесообразной деятельности в конкретных природно-хозяйственных условиях.  Наиболее загрязнённые области в РФ: Брянская, Калужская, Орловская, Тульская область имеет 2 уровень загрязнения.  Всего загрязнено 2 % сельхозугодий, площадь 4 млн га. Проживает 2,5-3 млн человек. Происходит вопрос о целесообразности и допустимости сельхозугодий.  Риск ухудшения здоровья должен снижаться. Акторы риска должны уменьшаться. Продукция должна удовлетворять нормативам. Целесообразность должная быть чётко определена.  **44.Радиоэкологический мониторинг**  Радиоэкологический мониторинг-это система комплекса слежения за состоянием и поведением радионуклидного загрязнения в природных и сельскохозяйственных экосистемах.  **Р**адиоэкологический мониторинг окружающей среды и, в первую очередь, сферы сельскохозяйственного производства играет важную роль при оценке воздействия предприятий ядерного топливного цикла, радиационно опасных предприятий и других источников ионизирующего [**излучения**](http://www.zelife.ru/ekozhil/ecohome/harmfulradiation.html) на сообщества живых организмов и человека. Особое значение имеет анализ передвижения радионуклидов в природных и аграрных экосистемах, так как с потреблением пищевых продуктов, содержащих [**радиоактивные**](http://www.zelife.ru/ekozhil/ecohome/harmfulradiation.html) вещества, во многих ситуациях связано основное сверхфоновое облучение населения  Задачи РМ:  1.Определение мощности дозы внешнего облучения (мЗв). Обычная нормальная обстановка в ВО – 0.1-0,2мЗв в год.  2. определение плотности загрязнения  3. определение сожержания радионуклидов в воде, воздухе, сельхоз продукции  4. составление картограмм  5. прогноз радиологической обстановки.  **45. Концепция проживания и ведения сельского хозяйства на территории , загрязнённых радионуклидами.**  Плотность загрязнения 1-5 ки/км2  -в области растениеводства применимы любые технологии без ограничений  - на ест. Сенокосах и пастбищах необходим контроль за содержанием радионуклидов в травостое.  Плотность загрязнения 5-15ки/км2  - обычно качество продукции соответствует допустимым уровням, однако на лёгких почвах возможно получение урожая награне допустимого.  - запрещено использовать сено с ест. Угодий.  -выпас скота на улучшенных культурных пастбищах (высота травостоя выше 10 см)  - дополнительный контроль за содержанием радионуклидов в молоке и мясе  Плотность загрязнения от 15 до 40 ки/км2  - в растениеводстве выполнение всех защитных мероприятий  - исключаются зернобобовые, лён и гречиха  - запрещено использовать местные орг. Удобрения  - содержание животных под крышей, выпас не рекомендован  - в кормах только сено сеянных трав  - перевод на чистые корма за 1-2 м.  Зона отчуждения более 40 ки/км2  - запрещается выращивание продовольственных культур  - перепрофилирование (производство овощей закрытого грунта, семеноводство, производство масленичных культур).  **48. Миграция радионуклидов по производственно-трофической цепи**  *почва-растение-с/х животное-готовые продукты питания-человек*  Основными «движущими силами», которые приводят к миграции радионуклидов в почве являются: конвективный перенос (фильтрация атмосферных осадков вглубь почвы, капиллярный поток влаги к поверхности почвы, который вызван испарениями, теплоперенос влаги под действием градиента температуры), диффузия свободных и адсорбированных ионов, перенос радионуклидов корневыми системами растений, перенос радионуклидов коллоидными частичками, роющая деятельность животных (дикие кабан, крот и т.д.) и хозяйственная деятельность человека. Миграция (накопление) радионуклидов из почвы в растения зависит от комплекса факторов. Основными факторами определяющими уровни накопления радионуклидов в растениях является: физико-химические формы радионуклидов, агрохимические свойства почв, биологические особенности растений, агротехника выращивания культур.  При удлинении цепи содержание радионуклидов в конечном продукте снижается за счет дополнительной переработки. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **55. Использование меченых атомов**  **Меченые атомы** (изотопные индикаторы) содержат [изотопы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF), которые по своим свойствам ([радиоактивности](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), [атомной массе](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0)) отличаются от других изотопов данного элемента. Их добавляют к химическому соединению или смеси, где находится исследуемый элемент; поведение меченых атомов характеризует поведение элемента в исследуемом процессе. В качестве меченых атомов используют как стабильные (устойчивые) изотопы, так и радиоактивные (неустойчивые) изотопы. Для регистрации радиоактивных меченых атомов применяют счетчики, ионизационные камеры; нерадиоактивные изотопы регистрируют с помощью [масс-спектрографов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81-%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F). *Метод меченых атомов применяют* в [химии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F), [биологии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F), [медицине](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B0), [металлургии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F). *Они позволяют проследить круговорот какого-либо элемента в природе, в процессе обмена веществ в организме, в химических реакциях, в производственных процессах.*  Применение методов меченых атомов значительно расширило исследования процессов диффузии, сделав возможным непосредственное определение параметров самодиффузии, т. е. перемещения атомов элементов в собственной кристаллич. решетке без изменения концентрации. Этим методом определяется самодиффузия свинца, олова, серебра, золота, меди, железа, кобальта, никеля, хрома, молибдена, тантала, вольфрама и др.  Метод меченых атомов может быть использован для быстрого и точного исследования состава фаз, выделенных из сплава.  Исследование износа металла  С помощью радиоактивных изотопов обнаруживаются загрязнения неметаллич. включениями, напр. включениями кальция (в шарикоподшипниковой стали), сильно снижающими срок службы шарикоподшипников.  Радиоактивные изотопы применяются для метки различных марок стали. Для этого при плавке к стали добавляется нек-рое количество радиоактивного изотопа.  **38. Основные механизмы закреплен90Sr и 137Cs в ППК. Прочность закрепления.**  Значительная часть радионуклидов находится в почве, как на поверхности, так и в нижних слоях, при этом их миграция во многом зависит от типа почвы, её гранулометрического состава, водно-физических и агрохимических свойств.  Поглощение почвой стронция – 90 меньше цезия – 137, а следовательно, он является более подвижным радионуклидом.  В момент выброса цезия – 137 в окружающие среду, радионуклид изначально находится в хорошо растворимом состоянии (парогазовая фаза, мелкодисперсные частицы и т.д.)  В этих случаях поступления в почву цезий – 137 легко доступен для усвоения растениями. В дальнейшем радионуклид может включаться в различные реакции в почве и подвижность его снижается, увеличивается прочность закрепления, радионуклид “стареет”, а такое “старение” представляет комплекс почвенных кристаллохимических реакций с возможным вхождением радионуклида в кристаллическую структуру вторичных глинистых минералов.  Сорбция радиоизотопов зависит от многих факторов и одним из основных является механический и минералогический состав почвы тяжёлыми по гранулометрическому составу почвами поглощённые радионуклиды, особенно цезий – 137, закрепляются сильнее, чем лёгкими и с уменьшением размера механических фракций почвы прочность закрепления ими стронция – 90 и цезия – 137 повышается. Наиболее прочно закрепляются радионуклиды илистой фракцией почвы.  Большему удержанию радиоизотопов в почве способствует наличие в ней химических элементов, близких по химическим свойствам к этим изотопам. Так, кальций – химический элемент, близкий по своим свойствам стронцию – 90 и внесение извести, особенно на почвы с высокой кислотностью, ведёт к увеличению поглотительной способности стронция – 90 и к уменьшению его миграции. Калий схож по своим химическим свойствам с цезием – 137. Калий, как неизотопный аналог цезия находится в почве в макроколичествах, в то время как цезий – в ультромикроконцентрациях. Вследствие этого в почвенном растворе происходит сильное разбавление микроколичеств цезия – 137 ионами калия, и при поглощении их корневыми системами растений отмечается конкуренция за место сорбции на поверхности корней. Поэтому при поступлении этих элементов из почвы в растениях наблюдается антагонизм ионов цезия и калия.  Установлено, что стронций – 90 попавший на поверхность почвы, вымывается дождём в самые нижние слои. Следует заметить, что миграция радионуклидов в почвах протекает медленно и их основная часть находится в слое 0 – 5 см.  Накопление (вынос) радионуклидов сельскохозяйственными растениями во многом зависит от свойства почвы и биологической особенности растений. На кислых почвах радионуклиды поступают в растения в значительно больших количествах, чем из почв слабокислых. Снижение кислотности почвы, как правило, способствует уменьшению размеров перехода радионуклидов в растения. Так, в зависимости от свойства почвы содержание стронция – 90 и цезия – 137 в растениях может изменяться в среднем в 10 – 15 раз. | **56. Датировка событий при помощи радиоактивных изотопов**  **Радиоизото́пное** или **радиометри́ческое дати́рование**  — метод определения возраста различных объектов, в составе которых есть какой-либо [радиоактивный](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) [изотоп](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF). *Основан на определении того, какая доля этого изотопа успела распасться за время существования образца*. По этой величине, зная [период полураспада](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%B0) данного изотопа, можно рассчитать возраст образца.  Радиоизотопное датирование *широко применяется* в [геологии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F), [палеонтологии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F), [археологии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) и других науках. Это источник практически всех [абсолютных датировок](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%81%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82) различных событий [истории Земли](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B8). До появления радиометрического датирования были возможны только относительные датировки — привязка к определённым геологическим [эрам](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D1%80%D0%B0), [периодам](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4), [эпохам](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BF%D0%BE%D1%85%D0%B0) и т. д., длительность которых была неизвестна.  В различных методах радиоизотопного датирования используются разные изотопы разных элементов. Поскольку они сильно отличаются по химическим свойствам (и, следовательно, по содержанию в различных геологических и биологических материалах и по поведению в геохимических циклах), а также по периоду полураспада, у разных методов отличается область применимости. Каждый метод применим только к определённым материалам и определённому интервалу возрастов. Самые известные методы радиоизотопного датирования — это [радиоуглеродный](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7), [калий-аргоновый](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B9-%D0%B0%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4) и [уран-свинцовый](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD-%D1%81%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4) анализ.  **36. Характеристика 137Сs и особенности его радиоэкологии.**  **Це́зий-137**, известен также как **радиоце́зий** — [радиоактивный](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%B4) [нуклид](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%B4) [химического элемента](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) [цезия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%B9) с [атомным номером](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80) 55 и [массовым числом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE) 137. Образуется преимущественно при [делении ядер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%B0) в [ядерных реакторах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80) и [ядерном оружии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%B8%D0%B5).  Цезий-137 — один из главных компонентов радиоактивного загрязнения биосферы. Содержится в радиоактивных выпадениях, радиоактивных отходах, сбросах заводов, перерабатывающих отходы атомных электростанций. Интенсивно сорбируется почвой и донными отложениями; в воде находится преимущественно в виде ионов. Содержится в растениях и организме животных и человека. Коэффициент накопления 137Cs наиболее высок у пресноводных водорослей и арктических наземных растений, особенно [лишайников](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D1%88%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8). В организме животных 137Cs накапливается главным образом в мышцах и печени.  Накапливается в грибах, ряд которых ([маслята](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%B0), [моховики](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%B8), [свинушка](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B0), [горькушка](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%8C%D0%BA%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B0" \o "Горькушка), [польский гриб](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D1%80%D0%B8%D0%B1)) считается «аккумуляторами» радиоцезия.  Цезий-137 является дочерним продуктом [β−-распада](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%B4) нуклида [137Xe](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BD-137&action=edit&redlink=1) (период полураспада составляет 3,818(13) мин):  \mathrm{{}^1{}^{37}_{54}Xe} \rightarrow \mathrm{{}^1{}^{37}_{55}Cs} + e^- + \bar{\nu}_e.  Цезий-137 претерпевает [бета-распад](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%B4) ([период полураспада](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%B0) 30,17 лет), в результате которого образуется стабильный изотоп бария [137Ba](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9-137):  \mathrm{{}^1{}^{37}_{55}Cs}\rightarrow\mathrm{{}^1{}^{37}_{56}Ba}+ e^- + \bar{\nu}_e.  В 94,4% случаев распад происходит c промежуточным образованием [ядерного изомера](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80) бария-137 [137Bam](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%91%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9-137m&action=edit&redlink=1) (его период полураспада составляет 2,55 мин), который в свою очередь переходит в основное состояние с испусканием [гамма-кванта](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0-%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82) с энергией 661,7 кэВ.  Выброс цезия-137 в окружающую среду происходит в основном в результате [ядерных испытаний](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B8%D1%81%D0%BF%D1%8B%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F) и [аварий на предприятиях атомной энергетики](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F).  Внутрь живых организмов цезий-137 в основном проникает через органы дыхания и пищеварения. Хорошей защитной функцией обладает кожа (через неповрежденную поверхность кожи проникает только 0,007 % нанесенного препарата цезия).  Около 80 % попавшего в организм цезия накапливается в мышцах, 8 % — в скелете, оставшиеся 12 % распределяются равномерно по другим тканям. Цезий-137 выводится в основном через [почки](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0_(%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%8F)) и [кишечник](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%88%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA). Через месяц после прекращения поступления цезия из организма выводится примерно 80 % введенного количества.  Биологический период полувыведения накопленного цезия-137 для человека принято считать равным 70 суткам.  Развитие радиационных поражений у человека можно ожидать при поглощении дозы примерно в 2 Гр и более.  Дозам в 148, 370 и 740 МБк соответствуют лёгкая, средняя и тяжелая степени поражения, однако лучевая реакция отмечается уже при единицах МБк.  **39. Механизмы вовлечения радионуклидов в биоту.**  Данные о содержании радионуклидов в компонентах биоты имеют очень важное значение для оценки радиационно-экологического воздействия объектов ядерного комплекса.  Согласно данным наблюдений, концентрации 90Sr и 137Cs в компонентах наземной природной биоты в районах АЭС весьма малы (табл. 9) [11, 17-19]. Кроме 90Sr и 137Cs, следовые количества других техногенных радионуклидов (54Mn, 60Co, 95Zr, 106Ru) обнаруживаются в почве, траве, хвое и других компонентах наземной биоты ближней зоны АЭС в концентрациях, существенно меньших (в 10 и более раз) по сравнению с природными. На содержание 137Cs в объектах биоты значительное воздействие оказала авария на Чернобыльской АЭС [1, 6].  Вследствие процессов накопления вероятность определения искусственных радионуклидов в водорослях и некоторых других компонентах биоты существенно выше, чем в пробах воды, что может использоваться для биоиндикации радиоактивного загрязнения. Представляет интерес биологический перенос следовых количеств техногенных радионуклидов (54Mn, 60Co, 65Zn) некоторыми видами рыб в реки, впадающие в водоем-охладитель АЭС (табл. 10) [11]. По данным многолетних наблюдений, содержание техногенных радионуклидов в рыбе водоемов-охладителей АЭС было значительно ниже допустимых нормативов. В целом, можно сделать вывод, что при штатных условиях работы влияние АЭС на радиоактивность биоты незначительно при сравнении с природным радиационным фоном. | **35. Опасность для человека от 137I при аварийных выбросах из ядерного реактора. Возможности и способы защиты.**  **Иод-131 (йод-131, 131I)**, также называемый *радиойодом* (несмотря на наличие других радиоактивных изотопов этого элемента), — [радиоактивный](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%B4) [нуклид](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%B4) [химического элемента](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) [иода](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BE%D0%B4" \o "Иод) с [атомным номером](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80) 53 и [массовым числом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE) 131. Период его полураспада составляет около 8 суток. Основное применение нашёл в [медицине](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B0) и фармацевтике. Также является одним из основных продуктов [деления ядер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%B0) урана и плутония, представляющих опасность для здоровья человека, внесших значительный вклад во вредные последствия для здоровья людей после ядерных испытаний 1950-х, [аварии в Чернобыле](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BD%D0%B0_%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B1%D1%8B%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%90%D0%AD%D0%A1). В связи с [бета-распадом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%B4), иод-131 вызывает [мутации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) и гибель клеток, в которые он проник, и окружающих тканей на глубину нескольких миллиметров.  Основные количества 131I получают в [ядерных реакторах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80) путём облучения [теллуровых](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D1%83%D1%80) мишеней тепловыми нейтронами. Облучение природного теллура позволяет получить почти чистый иод-131 как единственный изотоп с периодом полураспада более нескольких часов.  [Авария на АЭС Фукусима I](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BD%D0%B0_%D0%90%D0%AD%D0%A1_%D0%A4%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%B0_I) в марте 2011 вызвала значительный рост содержания 131I в продуктах питания, морской и водопроводной воде в регионах вокруг [АЭС](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%AD%D0%A1).  Согласно принятым в России [нормам радиационной безопасности НРБ-99/2009](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%A0%D0%91-99), решение об ограничении потребления продуктов питания обязательно принимается при удельной активности иода-131 в них, равной 10 кБк/кг (при удельной активности от 1 кБк/кг такое решение может приниматься по усмотрению уполномоченного органа). Для персонала, работающего с источниками радиации, предел годового поступления с воздухом иода-131 составляет 2,6·106 Бк в год (дозовый коэффициент 7,6·10−9[Зв](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B8%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%82)/Бк), а допустимая среднегодовая объемная активность в воздухе 1,1·103 Бк/м3 (это относится ко всем соединениям иода, кроме элементарного иода, для которого установлены ограничения соответственно 1,0·106 Бк в год.  **37. Взаимодействие радионуклидов с почвой.**  Радионуклиды при попадании в почву могут находиться в различных формах. К водорастворимой форме радионуклидов, в частности 90Sr и 137Cs, относится та часть их, которая переходит из почвы в водный раствор; к обмен' ной форме - количество радионуклидов, которое вытесняется из почвы 1 н раствором ацетата аммония (CH3COONH4); к необменной форме - количество радионуклидов, извлекаемое из почвы 6 н соляной кислотой после экстракции ацетатом аммония; к прочно фиксированной форме - количество радионуклидов, которое не вытесняется из почвы после обработки соляной кислотой никакимиэкстрагентами.  Сорбционные процессы радионуклидов в почвах влияют на перераспределение их форм, особенно при длительном пребывании в почвах. С течением времени после попадания радионуклидов в почву изменяются их физико-химические формы, радионуклиды становятся менее доступными растениям, происходит так называемый процесс их «старения» в почвах, или другими словами, имеет место комплекс химических реакций, связанных с вхождением их в кристаллическую решетку глинистых минералов, ионным обменом, химическим соосаждением и т. п.  Большая часть радионуклидов при взаимодействии с почвой довольно быстро переходит из водорастворимой формы в обменную. Затем часть радионуклидов переходит из обменной в необменную форму. Через 7 лет после внесения 90Sr в почву значительное количество его находится в обменном состоянии. Содержание необменных форм 90Sr с течением времени увеличивается примерно в 3 раза. Доля 90Sr, прочно связанного с ППК, и на седьмой год после внесения составляла всего 4%, что свидетельствует о незначительном переходе этого радионуклида в фиксированное состояние со временем.  Содержание обменных форм 137Cs при 5-7-летнем нахождении его в почве не превышает 24%. В зависимости от времени взаимодействия этого радионуклида с почвой содержание обменных и кислоторастворимых форм его нахождения в почве уменьшается примерно в 2,5-3 раза. Значительная часть 137Cs (70%) переходит в прочно фиксированное состояние, причем с течением времени доля фиксированного цезия возрастает. Содержание обменного 90Sr не зависит от времени взаимодействия его с почвой.  Формы нахождения радионуклидов в почве определяют дальнейшее поведение их в почвенном покрове и, в частности, миграцию по профилю почв. Перемещение радионуклидов по профилю почв изменяет их распределение в корнеобитаемом слое почвы, что влияет на их доступность корневым системам растений. |

